

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

## KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020057762 A  
(43)Date of publication of application: 12.07.2002

(21)Application number: 1020010000837  
(22)Date of filing: 06.01.2001

(71)Applicant: SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

(72)Inventor: KIM, TAE WAN  
SONG, I HEON

(51)Int. Cl. H01L 27/22

(54) TUNNEL RING MAGNETO-RESISTANCE DEVICE AND METHOD FOR FABRICATING THE SAME

(57) Abstract:

PURPOSE: A tunnel ring magneto-resistance element and a method for fabricating the same are provided to fabricate efficiently an oxide tunneling barrier by improving a lowering phenomenon of a magneto-resistive ratio.

CONSTITUTION: An anti-ferromagnetic layer(110) is deposited on a silicon substrate. A fixing layer(120) is deposited on the anti-ferromagnetic layer(110). An oxide tunneling barrier(130) is deposited on the fixing layer(120). A free layer(140) is deposited on the oxide tunneling barrier(130). An FeN layer(150) is formed between the fixing layer(120) and the oxide later tunnel barrier(130). The fixing layer(120) is formed by ferromagnetic material such as CoFe or NiFe. The FeN layer(150) is formed by implanting nitrogen gas into the fixing layer(120) and combining Fe ions with N ions on a surface of the fixing layer(120).



&copy; KIPO 2003

## Legal Status

Date of request for an examination (20010106)

Final disposal of an application (registration)

Date of final disposal of an application (20030324)

Patent registration number (1003827640000)

Date of registration (20030421)

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> (11) 공개번호 특2002-0057762  
H01L 21/22 (43) 공개일자 2002년07월12일

(21) 출원번호 10-2001-0000837  
(22) 출원일자 2001년01월06일  
(71) 출원인 삼성전자 주식회사 윤종용  
경기 수원시 팔달구 매탄3동 416  
(72) 발명자 송미현  
경기도성남시분당구수내동푸른마을쌍용아파트509동703호  
김태완  
경기도안양시동안구관양동현대아파트4동902호  
(74) 대리인 이영필, 이해영

심사청구 : 있음

(54) 터널링 자기저항 소자 및 그 제조방법

요약

본 발명은 터널링 자기저항 소자의 산화막 터널링 장벽의 제조과정중 일어날 수 있는 자기저항 비(MR ratio)의 저하를 방지하는 질화막이 형성된 터널링 자기저항 소자 및 그 제조방법에 관해 개시한다. 본 발명의 터널링 자기저항 소자의 제조방법은 실리콘 기판위에 반강자성층, 고정층, 산화막 터널 장벽과 자유층을 순차적으로 적층하는 터널링 자기저항 소자의 제조방법에 있어서, 상기 고정층 상에 질소가스를 처리하여 FeN 층을 형성하는 질화단계를 더 포함하며, 상기 산화막 터널 장벽을 형성하는 단계는 상기 FeN 층 상에 알루미늄 박막을 형성한 후 플라즈마 산화로 산화막 터널 장벽을 형성하는 단계인 것을 특징으로 한다. 이에 따르면, TMR 소자는 산화를 터널 장벽 형성시 플라즈마 산화의 부족 또는 과다로부터 고정층이 보호되어 MR ratio가 향상되므로 MRAM 제조에 효과적으로 사용할 수 있게 된다.

도표도

도5

색인어

터널링 자기저항 소자(TMR), MRAM

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 터널링 자기저항 소자의 개략 단면도,  
도 2는 터널링 자기저항 소자의 작용 모식도,  
도 3의 (a)는 플라즈마 산화가 부족한 경우의 TMR 소자의 개략 단면도, (b)는 플라즈마 산화가 지나친 경우의 TMR 소자의 개략 단면도,  
도 4는 본 발명에 의한 터널링 자기저항 소자의 제조공정의 개략도,  
도 5는 본 발명에 의한 터널링 자기저항 소자의 개략적인 단면도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

10,110: 반강자성층 20,120: 고정층  
30,130: 터널 장벽 40,140: 자유층  
50: 산화층 150: FeN 층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 터널링 자기저항 소자 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 터널링 자기저항소자

의 산화막 터널링 장벽의 제조과정중 일어날 수 있는 자기저항 비(MR ratio)의 저하를 방지하는 질화막이 형성된 터널링 자기저항 소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

종래의 자기 랜덤 액세스 메모리(magnetic random access memory; MRAM) 셀의 기본 요소인 터널링 자기저항(Tunneling Magnetoresistive; TMR) 소자는 도 1의 개략 구조에서 보듯이 반강자성층(Antiferromagnetic; AFM)(10)과의 교환 바이어스 결합에 의해 자화가 고정되는 강자성체 재료인 CoFe 나 NiFe 등으로 형성된 고정층(Ferromagnetic; FM)(20)과, 자화가 고정되지 않고 기록된 패체(신호 필드)로 부터의 자계에 응답하여 자유로이 회전하는 강자성체인 자유층(40)과, 상기 고정층(20)과 자유층(40)을 분리하는 절연층인 산화물 터널 장벽(Oxide tunneling barrier)(30)으로 형성되어 있다.

상기 TMR 소자의 작용을 도 2의 모식도를 참조하여 설명한다. 도 2의 (a)에서 고정층과 자유층의 자화 스핀이 반대방향인 경우, 전류를 인가하면 TMR 소자의 높은 자기저항으로 인하여 적은 전류가 터널 장벽을 통과하여 흐른다. 역으로 도 2의 (b)에서 보면, 고정층(20)과 자유층(40)의 스핀의 방향이 같아 자기저항이 낮으므로 전류를 인가하면 많은 전류가 흐른다. 이때 자기저항 비(Magnetoresistive Ratio; MR ratio)는 다음 식으로 표현된다.

$$\text{MR ratio} = \frac{\text{High MR} - \text{Low MR}}{\text{Low MR}}$$

이때 MR ratio가 높아야 상기 고정층(20)과 자유층(40)의 스핀의 방향을 판별하기가 용이해져 '1'과 '0'의 정보의 읽기 및 쓰기를 행하는 우수한 MRAM을 만들 수 있게 되는 것이다.

그러나 종래의 TMR 소자는 산화막 터널 장벽(30) 형성시 주로 고정층(20) 상에 10 Å 정도의 알루미늄 박막을 입힌 후 플라즈마 산화로 알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)의 절연체를 형성하는 게 일반적이거나, 플라즈마 산화가 부족한 경우(도 3의 (a)), 하부층의 알루미늄 금속(Al)이 일부 남아 터널링 전류가 감소되며, 산화가 지나치게 진행된 경우(도 3의 (b)), 고정층(20)의 표면을 산화시켜 표면산화층(50)이 형성되어 스핀 변동이 발생되고 자유층과(40)의 스핀 반응이 감소되어 MR ratio가 감소되는 문제점이 있었다.

#### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은 상기의 문제점을 개선하기 위하여 창출된 것으로서, 본 발명의 목적은 산화물 터널 장벽을 효율적으로 제조하는 터널링 자기저항 소자 제조방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 상기 제조방법으로 제조된 터널링 자기저항 소자를 제공하는 것이다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위하여, 실리콘 기판위에 반강자성층, 고정층, 산화막 터널 장벽과 자유층을 순차적으로 적층하는 터널링 자기저항 소자의 제조방법에 있어서,

상기 고정층 상에 질소가스를 처리하여 FeN 층을 형성하는 질화단계를 더 포함하며, 상기 산화막 터널 장벽을 형성하는 단계는 상기 FeN 층 상에 알루미늄 박막을 형성한 후 플라즈마 산화로 산화막 터널 장벽을 형성하는 단계를 포함하였다. 또한 상기 질화단계에 이어서, 상기 기판을 가열하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

상기의 다른 목적을 달성하기 위하여, 실리콘 기판위에 반강자성층, 고정층, 산화막 터널 장벽과 자유층이 순차적으로 적층되는 터널링 자기저항 소자에 있어서,

상기 고정층과 산화막 터널 장벽 사이에 질소가스 처리에 의한 FeN 층을 포함하였다.

이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 터널링 자기저항 소자 및 그 제조방법에 따른 실시예를 상세히 설명한다.

도 4는 본 발명에 의한 터널링 자기저항 소자의 개략적인 제조공정도이다.

도 4에 따르면, 본 발명의 TMR 소자의 제조방법은 TMR 소자를 형성할 기판을 마련하는 단계; 상기 기판 상에 버퍼층을 형성하는 단계; 상기 버퍼층 상에 반강자성층을 형성하는 단계; 상기 반강자성층 상에 강자성 재료로 이루어진 고정층을 형성하는 단계; 상기 고정층에 질소가스를 처리하여 FeN 층을 형성하는 단계; 상기 FeN 층 상에 알루미늄 박막을 형성하는 단계; 상기 알루미늄 박막에 플라즈마로 산화시켜 절연층인 산화막 터널 장벽을 형성하는 단계; 및 상기 산화막 터널 장벽 상에 강자성체의 자유층을 형성하는 단계;를 포함한다.

상기 제조공정을 실시예를 통하여 상세히 설명한다.

먼저 약 2000 Å의 열처리된 산화물(thermal oxide)이 형성된 실리콘 웨이퍼기판을 진공챔버에 넣어 스퍼터링 방법에 의해 탄탈륨 버퍼층을 약 300 Å 입힌 후, TMR 소자의 피닝(pinning) 역할을 하는 약 200 Å의 IrMn(반강자성층)과 피닝이 이루어지는 약 50 Å의 CoFe(고정층)를 형성한다. 그리고 N<sub>2</sub> 분위기에서 200°C로 표면처리를 하여 CoFe의 상부에 FeN층을 형성한다. 이어서 약 10 Å 정도의 알루미늄 금속을 입힌 후 플라즈마 산화방법으로 매우 얇은 알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 터널 장벽을 형성한다. 이때 고정층 상의 얇은 FeN 층이 CoFe(고정층)이 산화되는 현상을 방지해준다. 상기 터널 장벽 상에 200 Å 정도의 NiFe(자유층)를 형성하여 TMR 소자를 완성한다. 또한 상기 FeN 층 형성후 200-300 °C 범위에서 어닐링(annealing)을 하여 계면에서의 결정 흠(lattice defect)과 스트레인(strain)을 감소시켜주어 더욱 강한 스핀 분극(spin polarization)을 얻을 수 있게 한다.

도 5는 본 발명에 의한 터널링 자기저항 소자의 개략적인 단면도이다.

도 5에 따르면, 반강자성층(110), 고정층(120), 산화막 터널 장벽(130)과 자유층(140)이 순차적으로 적층되어 있으며, 상기 고정층(120)과 산화막 터널 장벽(130) 사이에 질소가스 처리에 의한 연자성체인 FeN 층(150)이 형성되어 있다.

상기 고정층(120)은 CoFe나 NiFe 와 같은 강자성체로 만들어지며, 상기 FeN 층(150)은 상기 고정층(120)에 질소 가스를 풀러보내 고정층의 표면의 불안정한 Fe 이온과 N 이온을 결합되어 형성된 것이다.

상기의 TMR 소자는 전원이 인가되면 두 강자성체인 고정층(20)과 자유층(40)의 자기 스펙의 방향에 따라 높거나 낮은 자기저항을 차이나게 구별하여 나타냄으로써 MR ratio가 커진다.

#### 발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 TMR 소자는 산화물 터널 장벽 형성시 플라즈마 산화의 부족 또는 과다로부터 고정층이 보호되어 MR ratio가 향상되므로 MRAM 제조에 효과적으로 사용할 수 있게 된다.

본 발명은 도면을 참조하여 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 한해서 정해져야 할 것이다.

#### (57) 청구의 범위

청구항 1. 실리콘 기판위에 반강자성층, 고정층, 산화막 터널 장벽과 자유층을 순차적으로 적층하는 터널링 자기저항 소자의 제조방법에 있어서,

상기 고정층 상에 질소가스를 처리하여 FeN 층을 형성하는 질화단계를 더 포함하며,

상기 산화막 터널 장벽을 형성하는 단계는 상기 FeN 층 상에 알루미늄 박막을 형성한 후 플라즈마 산화로 산화막 터널 장벽을 형성하는 단계인 것을 특징으로 하는 터널링 자기저항 소자 제조방법.

청구항 2. 제 1 항에 있어서,

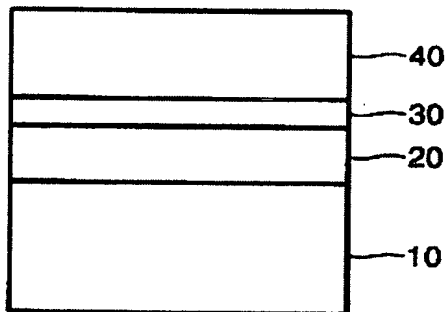
상기 질화단계에 이어서, 상기 기판을 가열하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 터널링 자기저항 소자 제조방법.

청구항 3. 실리콘 기판 위에 반강자성층, 고정층, 산화막 터널 장벽과 자유층이 순차적으로 적층되는 터널링 자기저항 소자에 있어서,

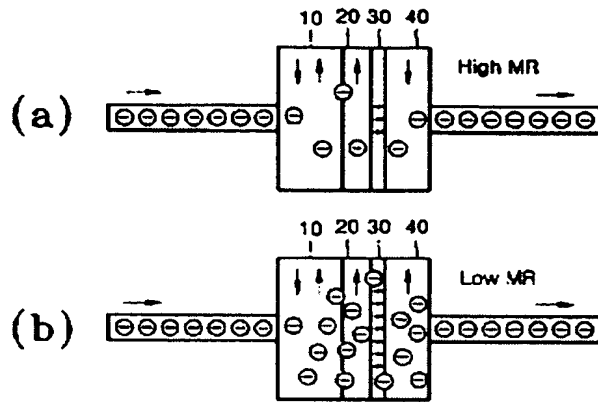
상기 고정층과 산화막 터널 장벽 사이에 질소가스 처리에 의한 FeN 층이 포함되어 있는 것을 특징으로 하는 터널링 자기저항 소자.

#### 도면

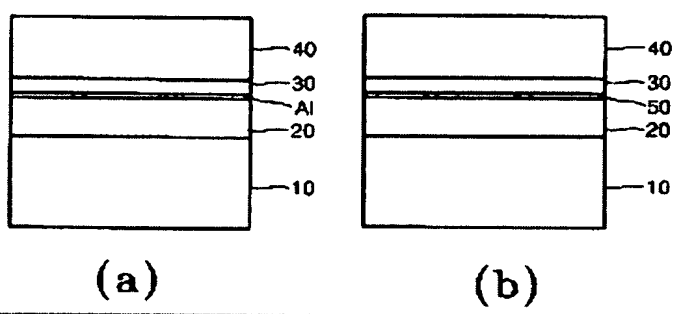
도면1



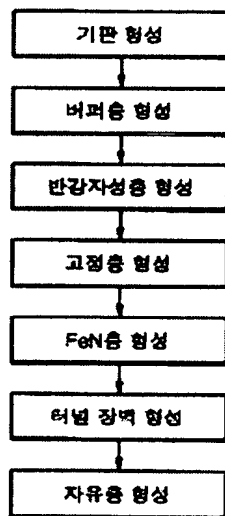
도 22



도 23



도 24



도 15

